[*Nippon Nôgeikagaku Kaishi* Vol. 55, No. 11, pp. 1081~1087, 1981]

配合飼料中の微生物分布と放射線殺菌効果

伊藤 均, 久米民和, 武久正昭, 飯塚 廣*

(日本原子力研究所高崎研究所, *東京理科大学)

昭和 56 年 4 月 20 日 受理

Distribution of Microorganisms in Animal Feeds and Their Disinfection by Radiation

Hitoshi Ito, Tamikazu KUME, Masaaki TAKEHISA
and Hiroshi IIZUKA*

Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, Japan

Atomic Energy Research Institute, Takasaki 370-12

*Science University of Tokyo, Noda 278

In this study we investigated the distribution of microorganisms in mixed feeds and fish meals, and effect of radiation-inactivation of the microorganisms. The contamination of animal feeds was remarkable, and the number of total counts in mixed feeds in mash for chick and other kind of animals were 5.3×10^4 to 2.2×10^6 per gram. The coliforms were counted from 5.1×10^3 to 6.8×10^5 per gram which composed mainly of *Enterobacter* and *Klebsiella*, whereas *Escherichia coli* was minor ones. Osmophilic moulds were 9.6×10^2 to 4.5×10^5 per gram. Other kind of fungi were 2.1×10^3 to 4.5×10^5 . In the case of mixed feeds in pellet, total counts were 5.3×10^3 to 1.0×10^6 , coliforms were 0 to 2.3×10^3 , moulds were 0 to 1.6×10^3 per gram. The contamination of fish meals was not remarkable, and only the mixed fish meal was contaminated largely with faecal coliforms and other microorganisms. The species of bacteria in total counts in mixed feeds were consisted mainly of *Bacillus*, *Micrococcus*, *Enterobacter* and *Klebsiella*, whereas *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, etc. were minor ones. In coliforms counted from MacConkey agar, *E. coli* was below 1% in many animal feeds. Osmophilic moulds were consisted mainly of species of *Aspergillus glaucus* group, *A. gracilis*, *A. candidus* and a little amount of *A. versicolor* and *Penicillium*. Other fungi were consisted mainly of *Fusarium*, *Cladosporium* and *Rhizopus*. In this respect, it seems to be necessary to prevent the damages of feedstuff caused by growth of moulds and insects, and to eliminate pathogens. Osmophilic moulds were radiation-sensitive and eliminated below identification limit by 0.2 Mrad irradiation. Coliforms were more radiation-resistant and they were eliminated by 0.5 to 0.8 Mrad. However, some bacteria such as *Pseudomonas marginata*, *P. radiosa* and red *Micrococcus* were survived at doses of 1.0 to 1.5 Mrad.

From these results, it could be said that the irradiation at 0.5 Mrad is enough to reduce the total counts below 10^3 per gram and to eliminate faecal coliforms from mixed feeds, and the dose of more than 0.2 Mrad is necessary to prevent the mould growth during storage.

(Received April 20, 1981)

緒 言

わが国における飼料および飼料原料はそのほとんどを輸入に頼っており、年間輸入量は 1980 年現在 1700 万トンに達している⁽¹⁾。しかし飼料および飼料原料の中には微生物や害虫によって汚染されているものもあり、こ

れが飼料変質の主な原因になると思われる。ことに近年、家畜の多頭化飼育が盛んになるにつれ飼料性中毒や病気発生の報告も多くなってきている⁽²⁾。しかし常用飼料の糸状菌による汚染状況について検討した報告はあるが⁽³⁾、常用配合飼料の微生物汚染状況について検討した報告はほとんど見かけられない。

著者らはこれまでも飼料の放射線殺菌に関する研究を行ってきており、とくに実験動物用飼料の放射線殺菌については日本国内における実用化に貢献することができた⁽⁴⁻⁷⁾。また輸入飼料原料であるトウモロコシおよびマイロについても変敗糸状菌の殺菌効果を検討してきた⁽⁸⁾。今回は市販の各種配合飼料を中心に微生物分布状況を検討した結果および放射線による殺菌効果について報告する。

実験方法

1. 供試飼料 飼料は製造元の異なる市販の成鶏用粉末飼料3種、ブロイラー用ペレット状飼料3種、子豚育成用粉末およびペレット状飼料6種、肉牛肥育用粉末飼料1種、幼雛用粉末飼料8種、魚粉6種を入手し微生物検査に用いた。また比較として農林水産省畜産試験場より提供していただいた幼雛用粉末飼料2種（A：遠洋トロール魚粉配合、B：調整魚粉配合）を用いた。各供試飼料は製造後1カ月以内のものを入手し、微生物検査が終了するまではプレハブ冷蔵庫に4°Cで保管した。

2. 微生物検査 各供試飼料はステンレス製小型粉砕器で20秒間無菌的に粉砕した後、その20gを50mlの殺菌水とともに滅菌ポリ袋に投入し、ストマッカーで1分間乳化処理を行った。この乳化液および 10^2 、 10^4 倍希釈液0.2mlを各種平板培地3枚にそれぞれ塗布した。微生物検査は総菌数、大腸菌群、一般糸状菌、好浸透圧性糸状菌の項目について調べた。各微生物群の分離用培地は以下の組成のものを用いた。

a) 総菌数：Difco-nutrient agar 23g, glucose 5g,

Difco-yeast ex. 5g, K_2HPO_4 2g, 水 1l (pH 7.0), 30°Cで2~3日培養。b) 大腸菌群：Difco-MacConkey agarを用い、37°Cで18時間培養。c) 一般糸状菌：Difco-malt ex. 10g, Difco-yeast ex. 4g, glucose 4g, agar 20g, 水 1l (pH 6.0) にクロラムフェニコールを10~20mg添加し、30°Cで3日培養。d) 好浸透圧性糸状菌：Difco-malt ex. 50g, NaCl 80g, agar 20g, 水 1l (pH 6.0), 30°Cで5日培養。

また代表的な分離株を定法に従って同定した。この場合、細菌類の同定にはBergey's Manual of Determinative Bacteriology 第8版⁽⁹⁾、糸状菌の同定にはThe Genus *Aspergillus*⁽¹⁰⁾およびIllustrated Genera of Imperfect Fungi⁽¹¹⁾、その他を参照した。

3. 放射線殺菌効果の判定 放射線照射は当研究所の食品照射ガンマー棟、コバルト60板状線源(80kCi)を用い0.05~1.5 Mradの線量照射して生残菌数を調べた。照射位置の線量率はあらかじめFrickeの鉄線量計で測定しておき、0.2~0.5 Mrad/hrの位置で照射した。

結 果

1. 配合飼料中の菌数分布

市販の各種配合飼料中の菌数分布はTable IおよびTable IIに示すごとく粉末飼料とペレット状飼料で異なっていた。すなわち粉末飼料では総菌数は1g当り $5.3 \times 10^4 \sim 2.2 \times 10^6$ 個検出され、その多くは細菌類で構成されていた。大腸菌群は $5.1 \times 10^3 \sim 6.8 \times 10^5$ 個検出され、MacConkey agar培地とデスオキシコレート寒天培地による差は認められなかった。一般糸状菌は主に不

Table I. Distribution of Microorganisms in Mixed Feeds on the Market (counts/g)

Kind of feed	Total counts	Coliforms	Osmophilic moulds	Fungi	Moisture content(%)
Piglets, in mash A	5.5×10^5	6.8×10^4	1.5×10^3	1.5×10^4	12.8
Piglets, in mash B	5.2×10^5	3.5×10^5	5.8×10^4	4.1×10^4	15.0
Piglets, in mash C	1.7×10^5	1.1×10^5	9.6×10^2	6.6×10^3	13.3
Piglets creep feed	2.7×10^5	1.9×10^4	6.2×10^3	1.7×10^4	12.5
Cattles for beef, in mash	2.2×10^6	6.8×10^5	2.4×10^3	2.1×10^3	13.0
Hens, in mash A	1.0×10^6	5.8×10^5	4.0×10^4	6.3×10^4	13.5
Hens, in mash B	9.0×10^5	6.7×10^4	3.5×10^5	4.5×10^5	12.5
Hens, in mash C	5.3×10^4	9.7×10^3	1.2×10^4	1.8×10^4	11.2
Piglets, in pellet A	5.3×10^3	8	2.5×10^1	—	12.5
Piglets, in pellet B	8.9×10^4	2.3×10^3	7.6×10^2	5.9×10^2	13.7
Broiler, in pellet A	1.0×10^6	—	8.3×10^1	—	12.5
Broiler, in pellet B	7.9×10^4	—	2.5×10^1	4.4×10^1	12.5
Broiler, in pellet C	6.0×10^4	—	1.5×10^3	1.6×10^3	12.5

—: below detectable limit.

Table II. Distribution of Microorganisms in Chick Feeds in Mash on the Market (counts/g)

Article	Total counts	Coliforms	Osmophilic moulds	Fungi	Moisture content(%)
A	3.6×10^5	3.6×10^4	2.8×10^4	8.1×10^4	12.5
B	9.9×10^5	4.1×10^4	1.8×10^4	1.1×10^5	12.5
C	1.5×10^5	5.1×10^3	6.8×10^3	6.6×10^4	12.6
D	1.3×10^5	1.9×10^4	2.5×10^3	4.6×10^3	12.0
E	2.3×10^5	1.8×10^5	2.3×10^3	1.1×10^4	12.5
F	2.1×10^5	3.3×10^4	1.3×10^3	1.0×10^4	12.8
G	1.9×10^5	4.8×10^4	2.6×10^3	1.8×10^4	12.0
H	1.3×10^5	6.4×10^4	7.5×10^3	4.2×10^3	11.8
Specially prepared A	3.1×10^5	2.5×10^2	1.7×10^3	4.5×10^2	11.5
Specially prepared B	5.2×10^5	3.6×10^4	2.0×10^3	1.0×10^4	12.2

Table III. Distribution of Microorganisms in Fish Meals on the Market (counts/g)

Article	Total counts	Coliforms	Osmophilic moulds	Fungi	Moisture content(%)
A	1.4×10^3	—	2.5×10^1	2.5×10^1	9.5
B	2.3×10^2	—	—	2.5×10^1	13.5
C	2.8×10^3	—	8	1.4×10^2	4.0
D	5.9×10^2	—	—	1.1×10^2	9.3
E	4.8×10^4	8	2.2×10^2	3.7×10^2	9.0
Mixed	3.4×10^5	1.6×10^4	6.0×10^3	1.6×10^3	9.2

— : below detectable limit.

完全菌と *Rhizopus* で構成されており 1g 当り $2.1 \times 10^3 \sim 4.5 \times 10^5$ 個検出された。好浸透圧性糸状菌の多くは *Aspergillus* で占められており $9.6 \times 10^2 \sim 3.5 \times 10^5$ 個検出された。飼料の水分含量は 11~13% のものが多かったが、中には 14~15% と水分含量が高いものもあった。

ペレット状飼料の場合も総菌数は 1g 当り $5.3 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6$ 個で粉末飼料と大差なかったが、大腸菌群はプロイラー用飼料からは検出されず、子豚育成用飼料に $8 \sim 2.3 \times 10^3$ 個認められる程度である。一般糸状菌も 1g 当り 1.6×10^3 個以下しか検出されず、その多くは *Aspergillus* で構成されていた。好浸透圧性糸状菌も菌数が少なく飼料によっては単一種の糸状菌が多量に検出されるものもあった。

魚粉については Table III に示すように A~E の遠洋トロール品は微生物汚染が少なく、調整魚粉のみ汚染が著しかった。ことに調整魚粉の場合、大腸菌群の約 50% が屎尿由来と思われる大腸菌群で構成されており衛生上留意すべきことと思われる。

2. 配合飼料のマイクロフローラ

配合飼料中の総菌数として検出される細菌類の代表的菌株を同定した結果、Table IV に示すように、グラム

陽性細菌は *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *Micrococcus varians*, *M. luteus* が主な構成菌であり、*Staphylococcus* が検出される飼料もあった。グラム陰性細菌としては *Enterobacter* や *Klebsiella* が多く検出された。なおペレット状飼料の場合には *Bacillus* が主要構成菌であった。

配合飼料中の大腸菌群として検出される細菌類は Table V に示すように、その多くは土壌由来と思われる *Enterobacter* および *Klebsiella* で構成されており、*Escherichia coli* は大腸菌群の 1% 以下しか検出されなかった。ことに市販幼雛用飼料は *Enterobacter* と *Klebsiella* のみで構成されており、調整魚粉を用いた幼雛用飼料の場合だけ *E. coli* が約 50% を占めていた。一方、成鶏用飼料の場合には *E. coli* の検出される割合は他飼料より高い傾向が認められ 1% 近く検出されるものもあった。

配合飼料の一般糸状菌は主に穀類由来の *Fusarium*, *Cladosporium*, *Rhizopus* で構成されていたが、*Aspergillus tamarii* や *A. terreus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Candida* など多く検出された。好浸透圧性糸状菌は *Aspergillus glaucus* 群に属する *A. pseudo-glaucus*, *A. ruber*, *A. repens*, *A. chevarieri*, *A.*

Table IV. Some Characteristics of Typical Bacteria in Animal Feeds Isolated by Nutrient Agar Plates

Species	Morphology	Gram-reaction	Motility	Spore	Oxidase	Poly- β -hydroxy butyrate accumulation	Glucose	Nitrate reduction	No. of isolates
<i>Bacillus subtilis</i>	Rods	+	+	+	+	—	Oxidized	+	15
<i>Bacillus lichiniiformis</i>	Rods	+	+	+	+	—	Oxidized & fermented	+	6
<i>Bacillus cereus</i>	Rods	+	+	+	+	+	Oxidized & fermented	+	2
<i>Enterobacter</i> and <i>Klebsiella</i>	Rods	—	+ or —	—	—	—	Fermented	+	15
<i>Micrococcus varians</i>	Cocci	+	—	—	—	—	Oxidized	—	9
<i>Micrococcus luteus</i>	Cocci	+	—	—	—	—	—	+	4
red <i>Micrococcus</i>	Cocci	+	—	—	+	—	—	+ or —	2 ^a
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	Cocci	+	—	—	+	—	Oxidized & fermented	+	1
<i>Arthrobacter</i> sp.	Rods	+	—	—	—	—	—	—	1
<i>Pseudomonas radiora</i>	Rods	—	+	—	+	+	Oxidized	—	1 & 1 ^a
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	Rods	—	+	—	+	—	Oxidized	—	1
<i>Pseudomonas marginata</i>	Rods	—	+	—	±	+	Oxidized	—	4 ^a
<i>Xanthomonas</i> sp.	Rods	—	+	—	—	—	Oxidized	+	1
<i>Flavobacterium</i> sp.	Rods	—	+	—	—	—	Oxidized	—	1 ^a

^a Isolated from irradiated animal feeds at 0.6~1.5 Mrad.
Catalase activity of all isolates is positive.

Table V. Main Biochemical Characters of Coliforms Isolated from Animal Feeds

	<i>Escherichia</i>	<i>Escherichia</i> group	<i>Klebsiella</i>	<i>Enterobacter</i>
Motility	+	—	—	+
MR test	+	+	— or +	—
Indole	+	+	—	—
VP test	—	—	+	+
Growth in KCN	—	+	+	+
Citrate as C source	—	+	+ or —	+
H ₂ S from TSI	—	+ or —	—	—
Acid from lactose	+	+	+ or —	+
Lysine decarboxylase	+	+	+	+
Phenylalanine	—	—	—	—
No. of isolates	6	6	18	74

mangini とそれ以外の群に属する *A. gracilis*, *A. candidus* が主要構成菌であり, *A. versicolor* や *Penicillium* もかなり検出された。これら好浸透圧性糸状菌は飼料貯蔵中の主要変敗菌と思われる。

3. 放射線による配合飼料の殺菌効果

以上の結果から, 一般に流通している配合飼料の微生物汚染は予想以上に著しいことがわかった。そこで放射線照射による菌数低減化を検討することにした。Fig. 1 は菌数が比較的多い B 社製造の幼雛用飼料の殺菌効果を示したものである。総菌数は 0.5 Mrad までは減少が著しかったが, それ以上の線量では菌数減少はゆるやかとなった。そして, 非照射品で 1g 当り 1.7×10^6 個の菌数が計測されたのに対し, 0.5 Mrad 照射すると $2.8 \times$

10^3 個, 1.0 Mrad で 1.2×10^2 個, 1.5 Mrad で 40 個にまで減少した。

飼料に放射線を 0.8~1.5 Mrad 照射した場合に主に生残している細菌は黄クリーム色のコロニーを形成する *Pseudomonas marginata* (Table IV) であり, 赤いコロニーの *P. radiora*⁽¹²⁾ も若干検出された。このように特定の細菌類が高線量域でも生残する傾向は幼雛用飼料 E, 特別調整した幼雛用飼料 B, 成鶏用飼料 A, Fig. 2 に示した子豚育成用ベレット状飼料 B にも認められた。そして各飼料とも高線量照射後に生残しているのは *P. marginata* が中心で, *P. radiora* や放射線抵抗性の red *Micrococcus* (Table IV) も多くの飼料から分離された。しかし *P. marginata* は通常のリン酸緩衝液中で

Fig. 1. Inactivation Curves of Microorganisms in Chick Feed B by Gamma-Radiation. ○, total counts; ●, coliforms; ▲, osmophilic moulds; △, fungi.

Fig. 2. Inactivation Curves of Pelleted Feed for Piglets (B) by Gamma-Radiation. ○, total counts; ●, coliforms; ▲, osmophilic moulds.

の照射条件では放射線抵抗性は弱かった。

Fig. 1 に示す大腸菌群は *Enterobacter* および *Klebsiella* で構成されており 0.5~0.8Mrad の線量で殺菌され、この傾向は他の飼料でも認められた。

好浸透圧性糸状菌は一般糸状菌に比べ放射線抵抗性が弱く Fig. 1 および Fig. 2 の場合のように 1g 中の菌数が $10^2 \sim 10^3$ 個の場合には 0.2Mrad で検出限界以下ま

で滅菌させることができた。一般糸状菌では *Fusarium* が約 0.5Mrad まで生残する傾向が認められた。

考 察

1980 年現在、日本国内で年間約 2000 万トンの配合飼料が流通しており、その飼料原料の多くは輸入に頼っている⁽¹³⁾。これら輸入原料の中には有害微生物や害虫に汚染されているものもあり衛生上また栄養保持のうえで安全かつ適切な防除法が望まれている。これまで飼料の微生物による被害はわが国では主に貯蔵中の糸状菌による変敗やマイコトキシン生産を問題としてきたが、欧米諸国と同様に病原性細菌による被害⁽¹⁴⁾も今後問題視されるようになると思われる。

本研究の結果では市販配合飼料中の総菌数は 1g 当り $5.3 \times 10^3 \sim 2.2 \times 10^6$ 個と微生物汚染が著しいが、0.5 Mrad の照射により $10^1 \sim 10^3$ 個まで減少させることが可能である。一方、市販の粉末飼料には大腸菌群が $5.1 \times 10^3 \sim 6.8 \times 10^5$ 個検出されたが、その多くは *Enterobacter* と *Klebsiella* で構成されており尿由来の大腸菌群による汚染はほとんど問題とならないと思われる。しかし、一部成鶏用飼料などでは尿由来の大腸菌群による汚染が問題となる可能性がある。今回、大腸菌群の殺菌効果に用いた飼料は主に *Enterobacter* と *Klebsiella* で構成されているものであるが 0.5~0.8Mrad で殺菌することができた。また著者が以前に検討した乾燥状態での *E. coli* や *Salmonella typhimurium* の場合も 0.8Mrad 以下の線量で殺菌されている⁽⁷⁾。一般にサルモネラ菌などの病原性細菌による汚染は主に高蛋白原料の魚粉やミートミール、骨粉由来のものが多くと報告されてきている^(15,16)。今回の結果では市販の遠洋トロール魚粉の微生物汚染はほとんど認められなかったが、調整魚粉の場合に *E. coli* が多く検出されサルモネラ菌汚染の可能性もある。現状では、これら微生物汚染の著しい高蛋白飼料原料は蒸気殺菌やペレット加工により殺菌されているが⁽¹⁷⁾、これらの加熱処理法を放射線殺菌法に変更すればコスト低減化の可能性もあるし省エネルギー化の可能性があるとと思われる。

一方、飼料貯蔵中の糸状菌発生によるマイコトキシン中毒、栄養損失を防ぐためにも放射線処理が有効と思われる。今回の微生物検査の結果でも糸状菌による汚染が 1g 当り 10^5 個に達しているものがあり流通中の変敗進行が予想される。配合飼料貯蔵中の主要変敗菌は先に報

告した米やトウモロコシ、マイロと同様に^(6,18,19)好浸透圧性糸状菌と思われる。好浸透圧性糸状菌が発生するためには米などの例では水分含量が14%以上必要である⁽¹⁸⁾。市販配合飼料の場合も水分含量が14~15%の製品があり、夏期の高湿・高湿の条件下では糸状菌発生が予想される。今回の結果では配合飼料中の好浸透圧性糸状菌は0.2 Mradの照射により菌数が著しく減少した。米などの穀粒の場合にはガンマー線を0.2~0.4 Mrad照射することにより糸状菌発生を著しく抑制することができ、貯蔵期間も2~4倍に延長された⁽¹⁸⁾。配合飼料の場合には穀粒とは条件も異なるため糸状菌発生抑制に要する線量は米などとは同じとみなすことはできず、各条件下での貯蔵試験を行い必要線量を決定していく予定である。

以上述べたように、市販配合飼料の微生物汚染は著しく、大腸菌群も1g当り $5.1 \times 10^8 \sim 6.8 \times 10^5$ 個検出されたが、その多くは *Enterobacter* と *Klebsiella* で構成されており尿尿由来と思われる大腸菌群は1%以下しか検出されなかった。したがって一般の市販配合飼料の場合には、ガンマー線を0.5 Mrad照射すれば総菌数は 10^3 個以下、尿尿由来の大腸菌群も検出限界以下まで殺菌することが可能である。また貯蔵中の糸状菌による変敗防止のためには0.2 Mrad以上の線量が必要と思われる。

このように、放射線処理は飼料の病原性菌の殺菌や菌数低減化、飼料貯蔵中の糸状菌発生防止、さらには輸入飼料原料の殺虫に応用できる可能性を有している。しかし家畜飼料の放射線処理を実用化するためには成分変化についても検討しておく必要があろう。わが国および英国など多くの国では実験動物用飼料の放射線処理が実用化になって10年以上経過しているが動物の生育に異常は認められていない^(4,5,7,20)。このことは家畜用飼料の場合にも照射による有害物質の生成がないことを示しているように思われる。

要 約

各種配合飼料中の微生物分布と放射線殺菌効果について検討し次の結果を得た。

(1) 粉末状飼料中の総菌数は1g当り $5.3 \times 10^4 \sim 2.2 \times 10^8$ 個、大腸菌群は $5.1 \times 10^3 \sim 6.8 \times 10^5$ 個、一般糸状菌は $2.1 \times 10^3 \sim 4.5 \times 10^5$ 個、好浸透圧性糸状菌は $9.6 \times 10^2 \sim 3.5 \times 10^5$ 個検出された。

(2) ペレット状飼料中の総菌数は $5.3 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6$ 個、大腸菌群は $0 \sim 2.3 \times 10^3$ 個であり、ペレット加工後に汚染したと思われる糸状菌 $0 \sim 1.6 \times 10^3$ 個が検出された。

(3) 飼料中の総菌数は主に *Bacillus*, *Micrococcus*, *Enterobacter*, *Klebsiella* で構成されており、*Staphylococcus* や *Pseudomonas* も若干検出された。大腸菌群は主に *Enterobacter* と *Klebsiella* で構成されており、*Escherichia coli* は全菌数の1%以下しか検出されなかった。しかし市販飼料の一部には *E. coli* が1%近く検出されるものもあった。

(4) 飼料中の一般糸状菌は主に *Fusarium*, *Cladosporium*, *Rhizopus* で構成されており、好浸透圧性糸状菌は *Aspergillus glaucus* 群と *A. gracilis*, *A. candidus* が多く検出され、*A. versicolor* も若干検出された。

(5) 放射線照射により飼料中の総菌数は0.5 Mradで $10^4 \sim 10^8$ 個まで減少したが、飼料によっては *Pseudomonas marginata* などが生残していた。大腸菌群は0.5~0.8 Mradで殺菌でき、貯蔵中の飼料変敗に関与すると思われる好浸透圧性糸状菌は0.2 Mradで著しく菌数が減少した。

したがって飼料の菌数低減化および尿尿由来大腸菌群の殺菌を目的とする場合は0.5 Mradの線量が必要で、糸状菌変敗の防止には0.2 Mrad以上の照射が必要と思われる。

終りに、本研究を遂行するに当たりさまざまな助言および試料の提供をいただいた農林水産省畜産試験場の亀岡暄一栄養部長と土黒定信飼料加工研究室長、研究遂行上の助言と協力をいただいた当室の渡辺宏氏に感謝いたします。

- (1) 後藤昭三：食品工業，23(9)，57 (1980)。
- (2) 石井 進監修：家畜衛生ハンドブック，養賢堂，1977，p.86。
- (3) 高鳥浩介：防菌防黴，7，T117 (1979)。
- (4) 岩藤誠吾，鈴木善雄，飯塚 廣，柴部慎己，仲川憲一：実験動物，19，T77 (1970)。
- (5) 岩藤誠吾，鈴木善雄，飯塚 廣：実験動物，21，189 (1972)。
- (6) 伊藤 均，飯塚 廣，佐藤友太郎：日本原子力研究所報，JAERI-M 5249 (1973)。
- (7) H. Ito and H. Iizuka: "Decontamination of Animal Feeds by Irradiation," STI-TUB-508,

- IAEA, Vienna, 1979, p.15.
- (8) 渡辺 宏, 伊藤 均, 柴部禎己, 飯塚 廣: 農化, **45**, 55, 500 (1971).
- (9) R. E. Buchanan and N. E. Gibbons (ed.): "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology," 8th ed., Williams and Wilkins, Baltimore, 1974.
- (10) K. B. Raper and D. I. Fennell: "The Genus *Aspergillus*," Williams and Wilkins, Baltimore, 1965.
- (11) H. L. Barnett: "Illustrated Genera of Imperfect Fungi," 2nd ed., Burgess Publishing Co., Minneapolis, 1965.
- (12) H. Ito and H. Iizuka: *Agric. Biol. Chem.*, **44**, 1315 (1980).
- (13) 麻生和衛: 農化, **51**, R83 (1977).
- (14) M. Lapidot: "Decontamination of Animal Feeds by Irradiation," STI-TUB-508, IAEA, Vienna, 1979, p.43.
- (15) B. C. Hobbs and J. H. B. Christian (ed.): "The Microbiological Safety of Food," Academic Press, New York, 1972, p.211.
- (16) 佐藤静夫: 畜産の研究, **33**, 303, 408 (1979).
- (17) 農林省畜産局流通飼料課法制技術研究会編著: 飼料安全法の解説, 大成出版社, 1977, p.312.
- (18) 伊藤 均, 柴部禎己, 飯塚 廣: 農化, **43**, 773 (1969).
- (19) H. Ito, H. Iizuka and T. Sato: *Agric. Biol. Chem.*, **37**, 789 (1973).
- (20) 伊藤 均: 食品照射, **13**, 47 (1978).
-